



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 90108361.8

⑮ Int. Cl. 5: F28F 9/02, B21D 53/08,  
B23K 1/00, B23K 26/00

⑭ Anmeldetag: 03.05.90

⑬ Priorität: 05.05.89 DE 3914773

⑭ Anmelder: MTU MOTOREN- UND  
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH  
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40  
D-8000 München 50(DE)

⑮ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
07.11.90 Patentblatt 90/45

⑯ Erfinder: Hoffmüller, Wilhelm  
Rudhartstrasse 11  
D-8000 München 50(DE)

⑭ Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE ES FR GB IT LI

⑭ Wärmetauscher aus mindestens zwei Sammelrohren.

⑭ Ein Wärmetauscher weist zwei Profilrohre (1) und eine mit diesen verbundene Profilrohrmatrix (2) auf, wobei die Sammelrohre (1) aus mehreren dünnen miteinander verbundenen Blechschalen (3) bestehen. Dies ermöglicht eine vereinfachte beschleu-

nigte Fertigung der Sammelrohre, insbesondere da die sehr zeitaufwendige Fertigung der Aussparungen in den Sammelrohren zum Durchstecken der Profilrohrchen wesentlich vereinfacht werden kann.

FIG. 1a

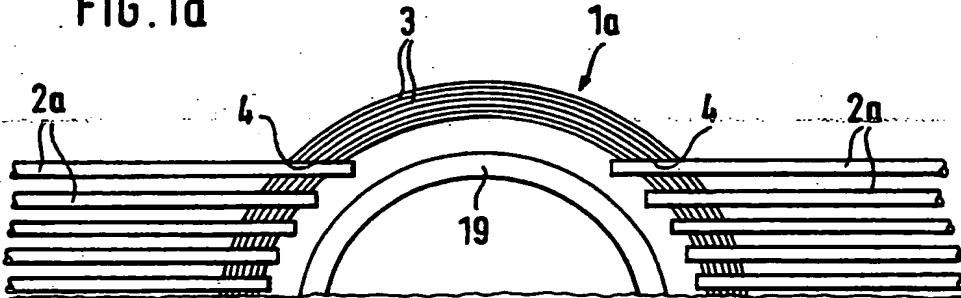
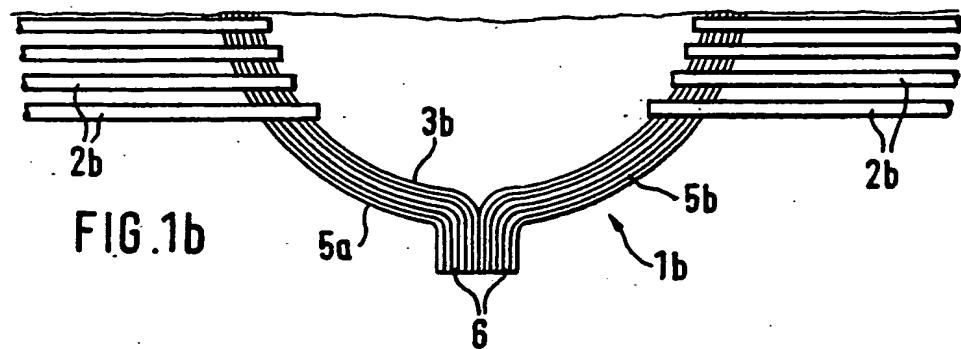


FIG. 1b



EP 0 396 132 A1

## Wärmetauscher mit mindestens zwei Sammelrohren

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit mindestens zwei Sammelrohren, die über eine Vielzahl regelmäßiger beabstandeter Profilröhren mit einander verbunden sind.

Ein derartiger Wärmetauscher ist beispielsweise aus der DE-PS 36 36 762 bekannt geworden. Dabei weisen die Sammelrohre eine Vielzahl von Aussparungen für die Aufnahme der Profilröhren auf. Um einen guten Austauschgrad zu erzielen, ist es dabei notwendig, eine sehr große Anzahl von Profilröhren vorzusehen, die im Bereich von einigen tausend Stück liegen kann. Der Nachteil der bekannten Wärmetauscher liegt darin, daß das Herausarbeiten der tausenden von Aussparungen aus den massiven Wänden der Rohre beispielsweise mittels elektrochemischer Verfahren mehrere hundert Stunden erfordert.

Hier von ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, einen gattungsgemäßen Wärmetauscher anzugeben, der schneller und kostengünstiger herstellbar ist. Ferner ist es Aufgabe ein Herstellverfahren dafür anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die in den Kennzeichnungsteilen der Patentansprüche 1,7 und 8 angegebenen Merkmale gelöst.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß die einzelnen, relativ dünnen Blechlagen auf einfache Weise, beispielsweise auf mechanische Art mit Aussparungen versehen werden können, und anschließend die einzelnen Blechlagen bezüglich ihrer Aussparungen zueinander ausgerichtet miteinander verbunden werden. Die Einzelbearbeitung dünner Blechlagen gestaltet sich dabei wesentlich einfacher als eine Bearbeitung massiver Sammelrohre, deren Wandstärke je nach Baugröße und Druckdifferenz zwischen 5 und 15mm beträgt. Beim Stanzen der Aussparungen der dünnen Blechlagen ist vorteilhafterweise eine Blechverformung bei nahe zusammenliegenden Aussparungen vermeidbar. Weiterhin von Vorteil ist, daß bei der vorgeschlagenen Verbindungstechnik die Wärmetauscherhöhlen praktisch verzugsfrei mit dem Sammelrohr verbunden werden können.

Vorzugsweise besteht jedes Sammelrohr aus zwei axial zusammengefügten schichtartig aufgebauten Halbschalen, wodurch ein Aufbau der einzelnen Halbschalen durch Obereinanderschichten der Blechlagen sehr einfach durchführbar ist, und kleinere Toleranzen bezüglich der Ausrichtung der Aussparungen leicht ausgeglichen werden können.

Eine alternative Ausführung der Erfindung sieht vor, daß jedes Sammelrohr mehrlagig aus einem streifenförmigen Blech gewickelt ist. Streifenförmig bedeutet dabei, daß die Breite des Streifens der

Länge des Sammelrohres entspricht, während die Streifenlänge etwa dem Sammelrohrumfang multipliziert mit der Anzahl der zu wickelnden Lagen entspricht. Vorteilhafterweise wird das streifenförmige Blech vor dem Wickelvorgang entweder mit einer Lötschicht versehen, oder eine Lötfolie mit den gleichen Außenmaßen wird zwischen die Blechlagen untergewickelt. Die Verbindung der Blechlagen geschieht vorzugsweise bei den beiden oben beschriebenen Verfahren durch Zusammenlöten, wobei das Lot entweder als Lotfolie mit einer Dicke von etwa 3 bis 10/100 mm zwischen die einzelnen Blechlagen gebracht wird, oder Lot direkt auf eine oder beide Seiten der Bleche aufgebracht wird. Nach dem Aufeinanderlegen und Ausrichten der Blechlagen werden diese in einem Ofen zusammengefügt.

Vorzugsweise besteht die Stärke der Blechlagen zwischen 0,2 und 1mm, wobei ein Wert 0,5 mm sich als besonders geeignet herausgestellt hat, nach dem bei einer derartigen Blechstärke sowohl das Ausstanzen ohne unerwünschte Verformungen möglich ist, während gleichzeitig nicht eine übermäßige Anzahl von Blechlagen zu verbinden ist. Als Material für die Blechlagen eignet sich jede überlicherweise verwendete Stahl- oder Nickellegerung, beispielsweise Hastelloy X, C 263, X 10 CrNiTi 189, X 15 Cr Ni Si 2520.

Jedoch sind auch andere verformbare Legierungen hierfür geeignet. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, 10 bis 30 Blechlagen zur Bildung der Sammelrohre übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind. Am geeignetsten hat es sich herausgestellt, wenn die Blechlagen eine Stärke von 1/10 bis 1/20 der zu fertigenden Wärmetauscherwandung aufweisen.

Eine alternative Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist gemäß dem Kennzeichnungsteil des Patentanspruchs 7 gelöst.

Der Vorteil dieser erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß ebenfalls leicht zu fertigende Aussparungen in der Blechaußenhülse anzubringen sind, und somit ebenfalls eine wesentliche Verkürzung des Fertigungsvorganges erzielbar ist. Die Aufbringung einer Werkstoffschicht von innen auf die Blechaußenhülse läßt sich durch geeignete, programmierte Auftragemaschinen innerhalb relativ kurzer Zeit mit hoher Genauigkeit bei relativ nahe beieinanderliegenden Profilröhren durchführen. Als Auftrageverfahren eignen sich beispielsweise Plasma- oder Flamspritzverfahren. Vorzugsweise werden dabei die Profilröhren während des Aufbringvorganges innenseitig mit nachher abnehmbaren Stopfen verschlossen sein, um ein Eindringen von Schichtwerkstoff in das innere der Profilröhren zu verhindern.

chen zu verhindern.

Eine weitere Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ist im Kennzeichnungsteil des Patentanspruchs 8 angegeben.

Diese Lösung hat ermöglicht ebenfalls eine einfache Fertigung der Aussparungen in den zu fertigenden Sammelrohren.

Eine ähnliche Lösung ist aus der DE-PS 37 22 329 bekannt geworden, bei der sinterfähiges Putzver zur Bildung der Sammelrohrwandung zwischen zwei Formschalen gegossen werden. Nachteilig bei dieser Anordnung wirkt sich jedoch aus, daß die Entfernung insbesondere der profilrohrseitigen Formschalen mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist und durch das Abweichen der tatsächlichen von der theoretisch erzielbaren Dichte Hohlräume vorhanden sein können, über die Leckströme nach außen fließen können. Diese Nachteile werden durch die erfindungsgemäße Ausbildung vermieden, da einerseits die Blechhülsen Bestandteil des zufertigenden Sammelrohres werden und außerdem die Innen- und Außenflächen der Sammelrohrwandung absolut gasdicht sind.

Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gemäß dem Anspruch 1 ist im Anspruch 10 beschrieben. Der wesentliche Vorteil dieses Fertigungsverfahrens ergibt sich dadurch, daß das Zusammenfügen der einzelnen Blechlagen durch eine innerhalb des fertigenden Sammelrohres angeordneten Wärmequelle erfolgt. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Innenwand des zu bildenden Sammelrohres eine höhere Temperatur aufweist, als die Außenwand und somit die Thermodehnungen innen größer sind als außen. Dadurch wird vorteilhafterweise eine lückenlose Verbindung der übereinander geschichteten Blechlagen erreicht, ohne daß unerwünschte Hohlräume zwischen den Blechlagen verbleiben. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die relativ dünnwandigen Profilrörchen außerhalb des Sammelrohres nicht durch die hohe Löttemperatur direkt belastet werden.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschersammelrohres gemäß dem Anspruch 3 ist im Verfahrensanspruch 11 beschrieben.

Der wesentliche Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß mittels dieses Verfahrens sehr dünne Blechlagen in Form von Folien bis zu 0,2 mm Stärke verwendet werden können. Bei derartig dünnen Folien ist der Aufwand zur Ausstanzung der Profilrörchen sehr gering. Eine wesentliche Verfahrensvereinfachung ist dadurch erzielbar, daß gleichzeitig mit dem Wickeln des Blechbandes eine Lötfolie mit eingewickelt werden kann und durch geeignete Vorrichtungen im Inneren des Sammelrohres bei jeder Umdrehung in der äußersten Blechlage die Aussparungen eingestanzt werden

können.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der beschriebenen Herstellverfahren besteht darin, die Aussparungen der übereinanderliegenden Blechlagen von außen nach innen geometrisch ähnlich mit zunehmender Größe gefertigt werden, derart, daß die Aussparungen der fertigen Sammelrohre leicht konisch ausgebildet sind. Nach dem Einsticken der Profilrörchen in die Aussparungen werden die verbleibenden ringförmigen Spalte zwischen den Profilrörchen und der Sammelrohrwandung mittels eines Auftragsschweißverfahrens verbunden. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß einerseits an die Toleranz der zu fertigenden Aussparungen keine so hohen Anforderungen gestellt werden müssen und dadurch das Stanz- und Fertigungsverfahren vereinfacht werden kann. Gleichzeitig wird trotzdem eine feste und gasdichte Fügung zwischen dem Profilrörchen und dem Sammelrohr möglich.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist das Auftragsverfahren ein Laserauftragsverfahren, bei dem ein justierbarer Laserstrahl von innen auf die zu bearbeitende Stelle des Sammelrohres gerichtet und fokussiert wird, und auf diese Fokusierstelle Metallpulver unter Schutzgas aufgespritzt wird. Unter justierbar ist dabei zu verstehen, daß entweder das Sammelrohr fixiert ist und der Laser beispielsweise über verstellbare Spiegel und Prismen ausgerichtet wird, oder der Laserstrahl ausgerichtet ist und das Sammelrohr mit einem Roboter verbunden ist, der die erforderlichen Bewegungssachsen, beispielsweise sechs Bewegungssachsen aufweist. Als Schutzgas eignet sich Argon, CO<sub>2</sub>, Helium oder andere bekannte Inertgase. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, das Auftragsverfahren unter atmosphärischen Bedingungen durchgeführt werden kann, nachdem nur die zu bearbeitende Stelle auf eine hohe Temperatur gebracht wird, während der Rest des Bauteiles kühl und somit nicht oxidationsanfällig verbleibt. Die dabei erzielte Anschmelztiefe beträgt ca. 0,05-0,2 mm, wodurch Verzug im Bauteil vermieden werden kann. Die erhitze Stelle wird durch die Schutzgaszufuhr von Sauerstoff freigehalten, daß auch dort keine Oxidationsgefahr zu befürchten ist. Als Metallpulver eignet sich Legierungspulver aus Hastelloy X oder C 263, mit einer Partikelgröße von ungefähr 60-120 µm.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Figur weiter erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1a einen Teilquerschnitt durch ein Sammelrohr,

Fig. 1b einen Teilquerschnitt durch ein anderes Sammelrohr,

Fig. 2 einen Detailschnitt eines Sammelrohres,

Fig. 3a einen Teilquerschnitt durch ein weiteres Sammelrohr

Fig. 3b einen Teilquerschnitt durch noch ein Sammelrohr,

Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Fertigung des Sammelrohres gemäß Fig. 1a.

Fig. 5 die Vorrichtung gemäß Fig. 4 in einem Längsschnitt,

Fig. 6 schematisch die Anordnung von Aussparungen.

In Fig. 1a ist ein Sammelrohr 1a eines Wärmetauschers dargestellt, an dem an zwei sich gegenüberliegenden Wandabschnitten Profilrörchen 2a angebracht sind. Diese Profilrörchen 2a sind vorzugsweise U-förmig gekrümmt und mit ihrem anderen Ende an einem nicht dargestellten zweiten Sammelrohr angebracht. Das Sammelrohr 1a besteht dabei aus einer Anzahl konzentrischer, zylindrischer Blechlagen 3, die über Lotzischenlagen miteinander verbunden sind.

Die Profilrörchen 2a sind dabei durch formangepaßte Aussparungen 4 durch das Sammelrohr 1a gesteckt und mit diesem verlötet. In Fig. 1a ist ferner eine zylindrische Heizvorrichtung 19 dargestellt, die das zu fertigende Sammelrohr 1a von innen beheizt, und somit die Blechlagen 3 zusammenfügt. Eine derartige Heizvorrichtung 19 ist genauso bei den Sammelrohrausführungen 1,b,c,d zur Verbindung der Blechlagen 3 durch die dazwischen angeordneten Lötssichten 7 anwendbar.

Die Ausführung gemäß Fig. 1b unterscheidet sich von der obigen Ausführung dadurch, daß das Sammelrohr 1b aus zwei zusammengefügten Halbschalen 5a, 5b besteht, wobei diese Halbschalen 5a, 5b Befestigungsflansche 6 aufweisen, an denen sie, beispielsweise mittels Schrauben, miteinander verbunden sind. Ein weiterer Unterschied zur Ausführung gemäß Fig. 1a besteht darin, daß die Profilrörchen 2b weiter in das Innere des Sammelrohres 1b hineinragen und mit der innersten Blechlage 3b mittels eines Auftragsschweißverfahrens verschweißt sind. Dieses Schweißverfahren kann dabei zusätzlich zur Lötverbindung zwischen Profilrörchen 2b und der Wand des Sammelrohres 1b erfolgen.

In Fig. 2 ist ein Schnitt durch das Sammelrohr 1 gezeigt, bei dem zu sehen ist, wie dieses aus mehreren übereinanderliegenden Blechlagen 3 aufgebaut ist, wobei zwischen den Blechlagen 3 Lötssichten 7 vorgesehen sind. Die Aussparung 4 für das Profilrörchen 2 ist konisch nach innen sich erweiternd ausgeführt derart, daß es an der Außenwand des Sammelrohres 1 der Größe und Kontur des Sammelrohres 2 entspricht. Der ringförmige Spalt zwischen der Wandung des Profilrörchens 2 und der Aussparung 4 ist mittels im Auftragsschweißverfahren aufgebrachten Schweißgutes 8 ausgefüllt, so daß eine feste Verbindung zwischen dem Sammelrohr 1 und dem Profilrörchen 2 er-

zielbar ist.

In Fig. 3a ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei dem das Sammelrohr 1c aus einer Blechaußenhülse 9 und einer innen aufgebrachten Werkstoffsschicht 10 der Dicke des zu fertigenden Sammelrohres aufgebaut ist. Ferner dargestellt ist das Laserauftragsschweißverfahren, bei dem ein in Achsrichtung des Sammelrohres 1c ausgerichteter Laserstrahl mittels des Prismas 11 in Richtung der zu bearbeitenden Stelle 12 umgelenkt und fokussiert wird. Das Prisma 11 ist dabei beweglich an einer Haltevorrichtung 13 angebracht. Ebenfalls an dieser Haltevorrichtung 13 angebracht ist eine Düse 14 zur Zuführung von Schweißgut 15 und Schutzgas auf die vom Laserstrahl 16 aufgewärmte Stelle 12.

In der Ausführung gemäß Fig. 3b ist ein weiteres Sammelrohr 1d dargestellt, das aus zwei konzentrischen Blechhülsen 17a,b aufgebaut ist, zwischen dem eine aus gesintertem Metallpulver bestehende Werkstoffsschicht 18 vorgesehen ist.

In Fig. 4 ist ein Querschnitt durch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Sammelrohres 1a dargestellt, daß aus einem Blechband 20 gewickelt ist. Hierzu ist ein aus zwei Teilelementen 21a, b bestehender Wickelzapfen 21 vorgesehen, der in Umfangsrichtung drehbar gelagert ist.

Zwischen den beiden Teilelementen 21a, 21b ist ein Spalt 22 vorgesehen der zur Entfernung des fertigen Sammelrohres 1a dient. Dazu ist eine der Teilelemente 21a,b radial verschiebbar angeordnet, derart, daß zum Abnehmen des fertig gewickelten Sammelrohres der Spalt 22 geschlossen wird. Das eine Teilelement 21b ist mit einer Anzahl Ausnehmungen 23a versehen, die der Anzahl und der Lage der im Sammelrohr 1a zu fertigenden Aussparungen 4 entspricht. Fluchtend mit den Ausnehmungen 23a ist eine Reihe von Stanzstempeln 24 vorgesehen, die in einer Führung 25 axial verschiebbar angeordnet sind und durch eine gemeinsame Betätigungs vorrichtung 26 in ihrer axialen Richtung bewegbar sind.

Den Stanzstempeln 24 gegenüberliegend ist ein mit Aussparungen 23b versehenes Gegenstück 27 angeordnet wobei deren sammelrohrseitigen Kante als Schneiden ausgebildet sind, und die Aussparungen 23b mit den Aussparungen 23a fluchten. Mittels einer Hubvorrichtung 28 ist das Gegenstück 27 in Richtung des Sammelrohres 1 bewegbar. Gegenstück 27 und Hubvorrichtung 28 sind gemeinsam über eine Führungsschiene 29 senkrecht zur Blattebene bewegbar.

Die Betätigungs vorrichtung 26 ist über eine zweite Führungsschiene 30 in der gleichen Richtung bewegbar, wobei durch nicht dargestellte Mittel beide Elemente derart gemeinsam bewegbar sind, daß die Ausnehmungen 23a, b bzw. die Stanzstempel 24 und die Ausnehmungen 23b stets

miteinander fluchten.

Ebenfalls dargestellt ist eine Lotfolienvorratsrolle 31 und eine Blechbandvorratsrolle 32 die über geeignete Vorrichtungen drehbar gelagert und mit dem nötigen Zug vorgespannt sind.

In Fig. 5 ist ein Längsschnitt durch die Wickelvorrichtung gemäß Fig. 4 gezeigt. Das zu wickelnde und mit Ausnehmungen zu versehende Sammelrohr 1a ist auf dem hülsenartigen Wickelzapfen 21 angebracht, der wiederum über Lager 33a an einem Gehäuse 34 drehbar angebracht ist. Die beiden Teilelemente 21a,b des Wickelzapfens 21 sind entlang der Erstreckung des zu fertigenden Sammelrohres 1a mit den Ausnehmungen 23a für die Stanzstempel 24 versehen. Zwei Reihen von Stanzstempeln 24 sind gemeinsam in der Führung 25 geführt und werden zum Stanzen der Aussparungen 4 im Sammelrohr 1a mittels der Betätigungs vorrichtung 26 durch die Ausnehmungen 23 des Wickelzapfens 21 bis in die Ausnehmungen 23b des Gegenstückes 27 vorgeschoben. Dabei werden durch die Schneiden der Stanzstempel 24 in der radial äußersten Blechlage des Sammelrohres 1a Aussparungen 4 eingestanzt, die mit den Aussparungen der darunterliegenden Blechlagen fluchten. Anschließend werden die zwei Reihen Stanzstempel 24 zurückgefahren und die Führung 25 und das Gegenstück 27 gemeinsam um eine Reihe Aussparungen in Axialrichtung des Sammelrohres 1a verschoben, wo sich der Stanzvorgang wiederholt. Zu diesem Zweck ist die Betätigungs vorrichtung 26 der Stempelführung 25 und die Hubvorrichtung 28 des Gegenstückes 27 über Führungsschienen 29, 30 auf dem Gehäuse 34 abgestützten Trägern 35 und 36 gleitverschieblich angeordnet. Zur Erzielung einer synchronen Bewegung von Führung 25 und Gegenstück 27 sind diese über Verbindungsglieder 37 miteinander gekoppelt.

Zur Herstellung eines Sammelrohres 1a (siehe Fig. 4) wird ein Ende des Blechbandes 20 von der Blechbandvorratsrolle 32 abgewickelt und an dem Wickelzapfen 21 befestigt, was beispielsweise dadurch geschehen kann, daß das Ende in einem der Spalte 22 befestigt wird. So dann wird über eine nicht dargestellte Antriebsvorrichtung der Wickelzapfen 21 um eine halbe Umdrehung gedreht, wobei in zwei um 180° gegenüberliegenden Positionen gehalten wird. In dieser Position wird das Gegenstück 27 gegen die erste Blechlage des Sammelrohres 1a gedrückt und die Stanzstempel 24 zur Ausstanzen der ersten Reihe Aussparungen 4 vorgefahren. Anschließend werden die Stanzstempel 24 zurückgefahren und die Betätigungs vorrichtung 26 entlang der Führungsschiene 30 gemeinsam mit dem Gegenstück 27 um eine Reihe Ausnehmungen 23a weitergefahren. Der Stanzvorgang wiederholt sich anschließend so oft, bis auf einer Seite des Sammelrohres 1a sämtliche Aus-

sparungen 4 ausgestanzt wurden. Anschließend wird der Wickelzapfen 21 um eine halbe Umdrehung weitergedreht und der Vorgang wiederholt sich auf dieser Seite des Sammelrohres auf gleiche Weise.

Nach dem die erste Lage des Blechstreifens 20 auf den Wickelzapfen 21 aufgewickelt ist, wird an diesem eine Lötfolie 38 der gleichen Breite befestigt. Anschließend wird in Intervallen von jeweils einer halben Umdrehung der Wickelzapfen 21 solange weitergedreht, bis die erforderliche Zahl von Blechlagen auf dem Wickelzapfen 21 aufgewickelt sind. Dabei wird bei jeder Umdrehung zweimal unterbrochen, um den oben beschriebenen Stanzvorgang durchzuführen. Nachdem mit jeder Blechlage der Außenradius des zu wickelnden Sammelrohres 1a anwächst, es andererseits aber erforderlich ist, die Ausnehmungen 23b im Gegenstück 27 zur Bildung exakter Stanzkanten an die Blechkontur bzw. die schneidenden Stanzstempel 24 exakt angepaßt sein muß, ist eine Anpassung des Gegenstückes 27 ebenfalls erforderlich. Dies kann dadurch geschehen, daß bei jeder Wickellage der Stanzstempel 27 ausgewechselt wird.

Denkbar ist es, hierzu eine Reihe von Gegenstücken 27 hintereinander vorzusehen, die einzeln mit Hubvorrichtungen 28 versehen werden können und je nach Anteil der gewickelten Blechlagen hochgefahren werden. Es ist zweckmäßig die gesamte Vorrichtung, d.h. die Bewegung des Wickelzapfens 21, die Betätigungs vorrichtung 26, der Hubvorrichtung 28 und der Bewegung mittels der Führungsschienen 29,30 durch einen Zentralrechner zu koordinieren.

In Fig. 6 ist dargestellt wie die Aussparungen 4 angeordnet sind. In einem Arbeitsvorgang werden die schraffiert dargestellten Aussparungen 4 mittels der zwei Reihen von Stanzstempeln 24 gemäß Fig. 5 ausgestanzt. Anschließend wird die Führung 25 um die Strecke s weitergeschoben, und die nächsten zwei Reihen zickzackartig versetzter Aussparungen 4 werden ausgestanzt.

#### 45 Ansprüche

1. Wärmetauscher mit mindestens zwei Sammelrohren, die über eine Vielzahl regelmäßig beabstandeter Profilrörchen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelrohre (1a,b,c,d) schichtartig aus mehreren miteinander verbundenen Blechlagen (3) bestehen.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Sammelrohr (1) aus zwei axial zusammengefügten, schichtartig aufgebauten Halbschalen (5a,b) besteht.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Sammelrohr (1) mehrfa-

gig aus einem streifenförmigen Blech gewickelt ist.

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Blechlagen (3) zusammengelötet sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechlagen (3) eine an Stärke von 0,2 bis 1mm aufweisen.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Sammelrohres (1) 10 bis 30 Blechlagen (3) übereinander angeordnet sind.

7. Wärmetauscher mit mindestens zwei Sammelrohren, die über eine Vielzahl regelmäßig beabstandeter Profilrörchen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelrohre (1c) aus einer dünnen Blechaußenhülse (9) mit innen aufgetragener Werkstoffschicht (10) der Sammelrohrwandstärke bestehen.

8. Wärmetauscher mit mindestens zwei Sammelrohren, die über eine Vielzahl regelmäßig beabstandeter Profilrörchen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Sammelrohr (1d) aus zwei konzentrischen Blechhülsen (17a,b) besteht, zwischen denen eine Werkstoffschicht (18) eingebracht ist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstoffschicht (18) aus gesintertem Metallpulver besteht.

10. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) ausgeschnittene Bleche werden in einer Ebene mit dem individuell erforderlichen Radius gebogen,

b) Aussparungen (4) für die Profilrörchen (2) werden eingestanzt,

c) die Bleche (3) werden mindestens auf einer Seite mit einer Lotschicht (7) versehen,

d) die Bleche (3) werden übereinander gestapelt und bezüglich der Fluchtung der Aussparungen (4) ausgerichtet,

e) die Profilrörchen (2) werden in die Aussparungen eingesteckt und fixiert,

f) von radial innen wird mittels einer Wärmequelle die Löttemparatur für die zur Verbindung der Bleche (3) erforderliche Zeit aufgebracht.

11. Verfahren zur Herstellung des Sammelrohres eines Wärmetauschers nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Blechband der erforderlichen Breite unter Entwicklung einer Lötfolie (38) auf einen drehbaren Winkelzapfen (1) des erforderlichen Sammelrohrinnendurchmessers aufgewickelt wird, und im inneren des Wickelzapfens (21) vorgesehene Stanzstempel (24) zur Fertigung der Aussparungen (4) gegen ein außen angebrachtes Gegenstück (27) wirken.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Stanzstempel (24) gemeinsam mit dem Gegenstück (27) zum Ausstanzen einer Reihe in Umfangsrichtung nebeneinander liegender Aussparungen (4) jeweils um den axialen Abstand (s) der Aussparungen (4) verschoben werden.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungen der übereinanderliegenden Blechlagen (3) von außen nach innen geometrisch ähnlich mit zunehmender Größe gefertigt werden, derart, daß die Aussparungen (4) in den Sammelrohren konisch ausgebildet sind, und nach Einsticken und Fixieren der Profilrörchen (2) mittels eines Auftrags schweißverfahrens die Profilrörchen (2) mit dem Sammelrohr (1) verbunden werden.

14. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Blechhülse (9) mit den erforderlichen Außenmaßen gefertigt und mit Aussparungen (4) für die Profilrörchen versehen wird; die Profilrörchen (2) durch die Aussparungen (4) gesteckt und fixiert werden, mittels eines Auftragsverfahrens von innen Werkstoff zwischen den nach innen durchgesteckten Endbereich der Profilrörchen (2) auf die Blechhülse (9) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Auftragsverfahren ein Laserstrahl (16) von innen auf die zu beschichtende Stelle (12) des Sammelrohres (1) gerichtet wird, und auf diese Stelle pulverförmiges Schweißgut (15) unter Schutzgaszufuhr aufgespritzt und aufgeschmolzen wird.

35

40

45

50

55

FIG. 1a

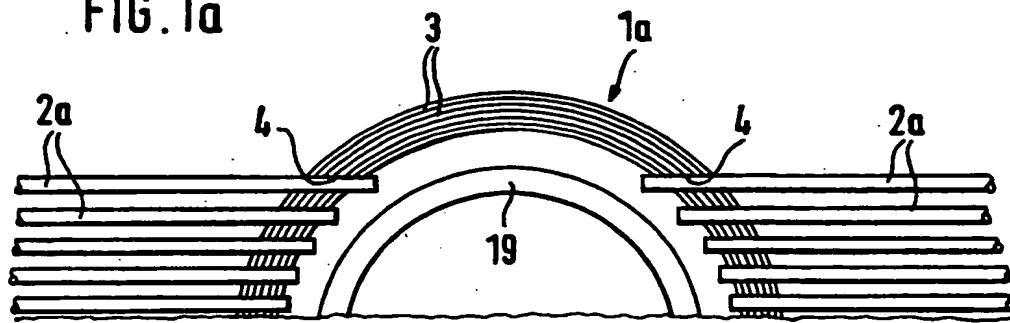


FIG. 1b

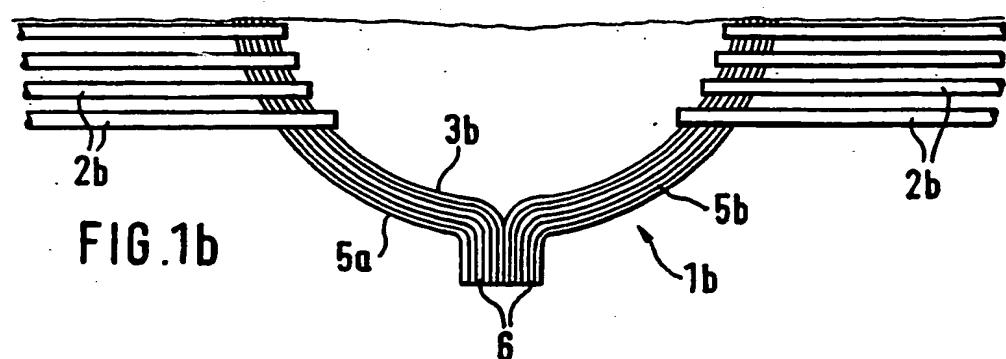


FIG. 3a

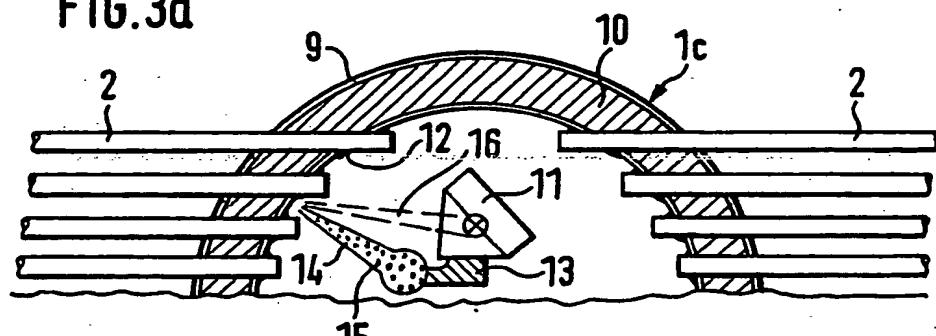
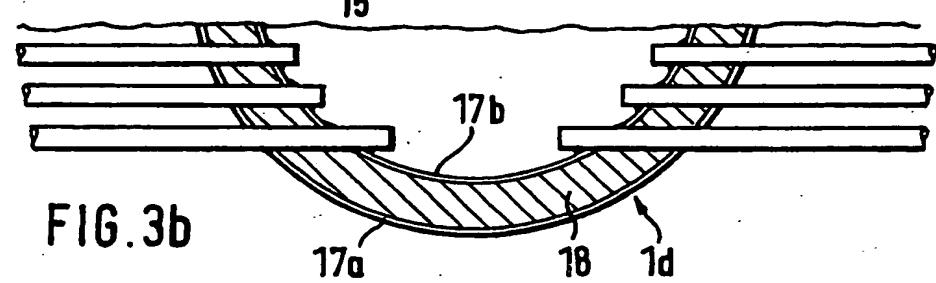


FIG. 3b



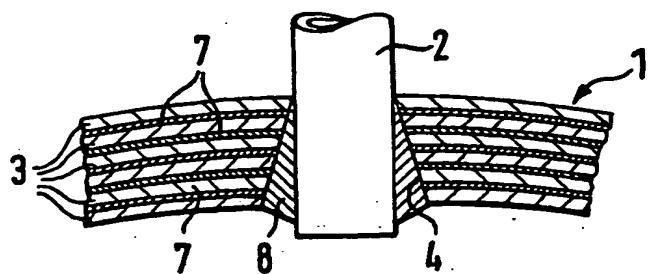


FIG. 2

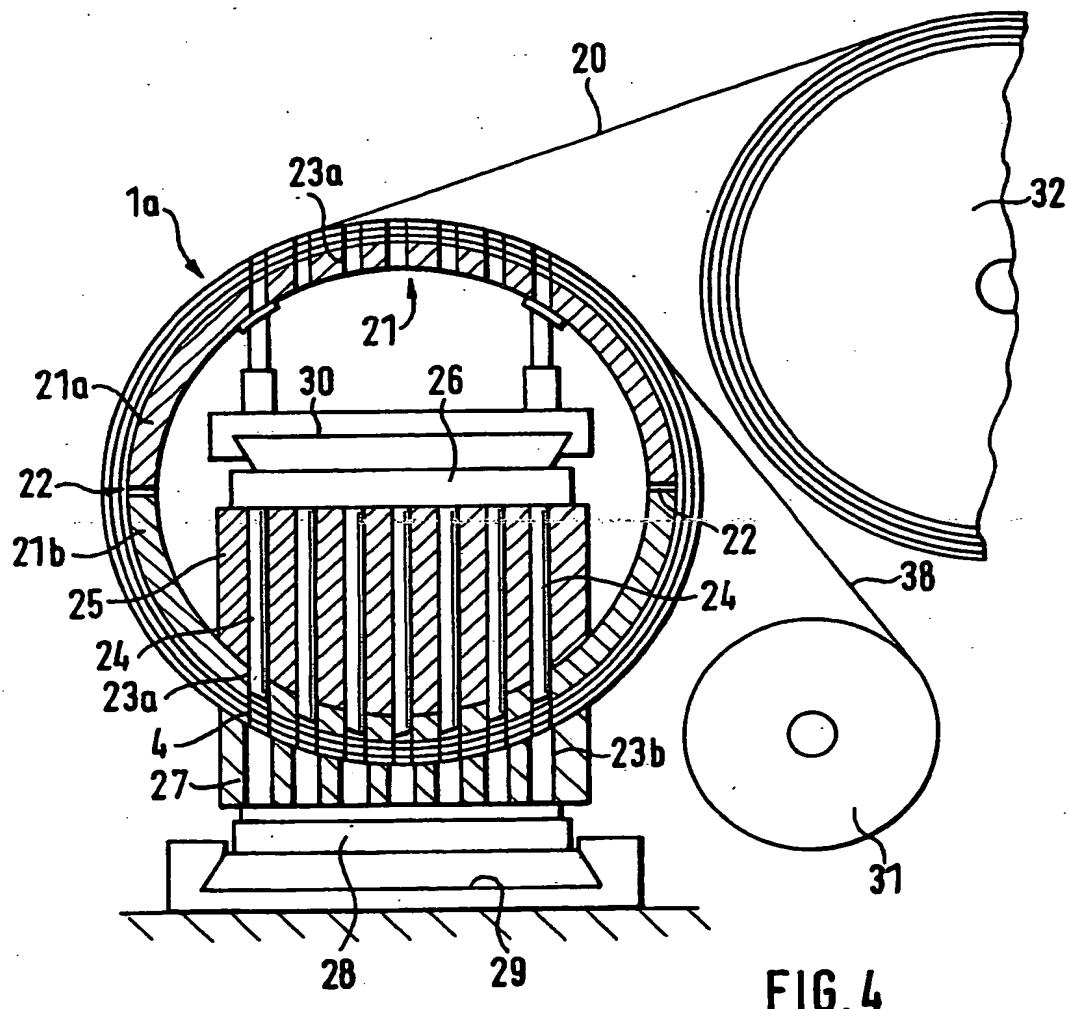


FIG. 4

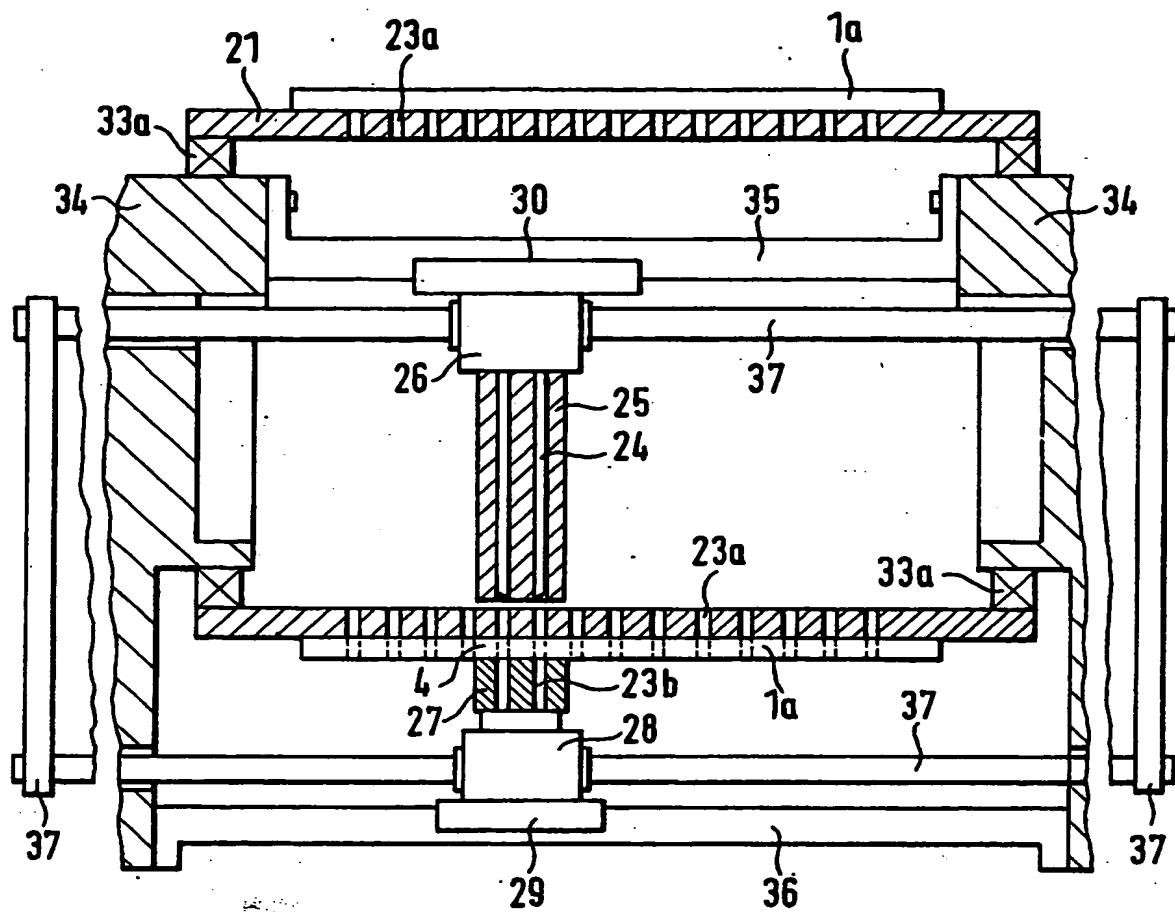


FIG. 5

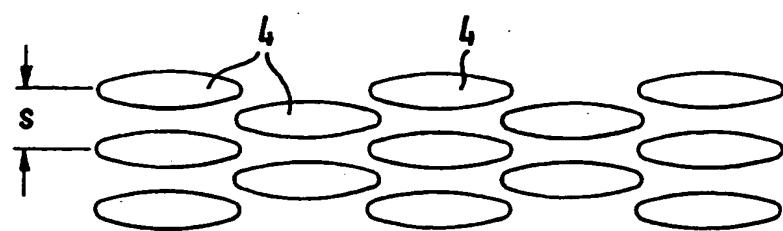


FIG. 6



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 8361

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL.5)
Y	EP-A-0 313 038 (M.T.U. GmbH) * Spalte 4, Zeilen 32-56; Spalte 5, Zeilen 32-49; Spalte 6, Zeilen 10-16; Spalte 6, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 5; Spalte 7, Zeilen 30-44; Figuren 1,3,6,8 *	1	F 28 F 9/02 B 21 D 53/08 B 23 K 1/00 B 23 K 26/00
A	---	7,8	
Y	US-A-1 743 877 (BROIDO) * Seite 1, Zeilen 45-80; Seite 4, Zeilen 25-70; Seite 4, Zeilen 107-115; Seite 5, Zeilen 92-100; Figuren 4-7 *	1	
A	---	7,8	
A	US-A-3 431 949 (UTO et al.) * Spalte 2, Zeilen 22-43; Figuren 1,2 *	1,2	
A	---		
A	US-A-3 133 659 (DOBELL) * Spalte 2, Zeilen 16-46; Spalte 3, Zeilen 4-9; Spalte 5, Zeilen 9-16; Figuren 1-3 *	1,3-6, 11	
A	US-A-4 227 393 (McELHANEY) * Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 6, Zeile 53; Figuren 1-6 *	1,10	F 28 F B 21 D B 23 P B 23 K F 22 B
A	---		
A	US-A-3 785 040 (PECHACEK) * Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 6, Zeile 8; Figuren 2-4 *	1-6,10	
A	---		
A	US-A-2 983 167 (HUET) * Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 2, Zeile 11; Figuren 1-5 *	1,10	
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchiert DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 10-08-1990	Prüfer BELTZUNG F.C.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
EPO FORM 150 (AUSG. 1980)			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE														
Kategorie	Kenzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CLS)											
A	US-A-3 688 372 (FROST) * Spalte 1, Zeile 58 - Spalte 2, Zeile 27; figuren 2,5 *	1,3												
A	DE-C- 48 544 (SCHAEFER) * Das ganze Dokument *	1												
A	US-A-1 854 340 (LANGVAND) * Figuren 2,3 *	1												
A	GB-A-1 295 224 (KOMMANDITBOLAGET UNITED STIRLING) * Das ganze Dokument *	1,4												
A	US-A-3 710 858 (YOUNG) * Spalte 2, Zeilen 15-28; Figur 1 *	1,4												
A	EP-A-0 022 234 (COMIND S.p.A.) * Seite 3, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 7; Figur 2 *	7,8												
D,A	DE-A-3 722 329 (M.T.U. GmbH) * Spalte 4, Zeilen 9-49; Figuren 4-6 *	7-9	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. CL5)											
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchedort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>10-08-1990</td> <td>BELTZUNG F.C.</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet            Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie            A : technologischer Hintergrund            O : nichtschriftliche Offenbarung            P : Zwischenliteratur         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze            E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist            D : in der Anmeldung angeführtes Dokument            G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument            &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument         </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>				Recherchedort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	10-08-1990	BELTZUNG F.C.	<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet            Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie            A : technologischer Hintergrund            O : nichtschriftliche Offenbarung            P : Zwischenliteratur         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze            E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist            D : in der Anmeldung angeführtes Dokument            G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument            &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument         </td> </tr> </table>			X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchedort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer												
DEN HAAG	10-08-1990	BELTZUNG F.C.												
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet            Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie            A : technologischer Hintergrund            O : nichtschriftliche Offenbarung            P : Zwischenliteratur         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze            E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist            D : in der Anmeldung angeführtes Dokument            G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument            &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument         </td> </tr> </table>			X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument										
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument G : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument													